

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-181379

(43)Date of publication of application : 21.07.1995

(51)Int.Cl.

G02B 13/18

(21)Application number : 05-328865

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 24.12.1993

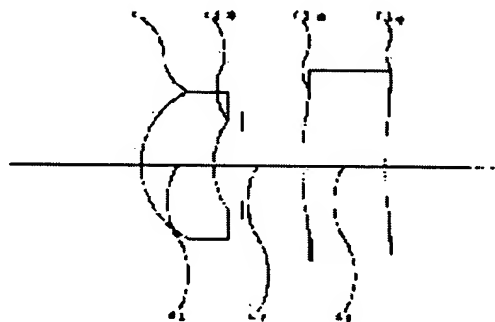
(72)Inventor : ITO TAKAYUKI
HIRANO HIROYUKI

(54) IMAGING LENS SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a lens system formed of a positive front group lens, a diaphragm and a rear group lens, which is minimized in constituting number of pieces, is particularly suitable for reading of facsimile with a F number of 4 and a half angle of view of about 24, and has satisfactory aberration.

CONSTITUTION: An imaging lens system satisfies the following condition expressions (1)-(5). (1) $f_0 \cdot \overline{1/fR-1} + 1/\overline{fR-2} < 0.3$, (2) $1.5 < n_p < 1.7$, (3) $\Delta XF/Ff < 0$, (4) $\Delta XR-1/f_0 < 0$, (5) $\Delta XR-2/f_0 < 0$, wherein f_0 is the focal length of the whole system, $fR-1$ is the focal length of the first surface of a plastic lens, $fR-2$ is the focal length of the second surface of the same, n_0 is the refractive index in standard wavelength of the positive lens of a front group lens, ΔXF is the non-spherical quantity in effective radius of the diaphragm-side surface of the front group lens, fF is the focal length of the non-spherical side surface of the front group lens, $\Delta XR-1$ is the non-spherical quantity of the first surface in effective radius of the plastic lens, and $\Delta XR-2$ is the non-spherical quantity of the second surface of the same.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-181379

(43)公開日 平成7年(1995)7月21日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
G 0 2 B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 9 頁)

(21)出願番号	特願平5-328865	(71)出願人	000000527 旭光学工業株式会社 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
(22)出願日	平成5年(1993)12月24日	(72)発明者	伊藤 孝之 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内
		(72)発明者	平野 博幸 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 三浦 邦夫

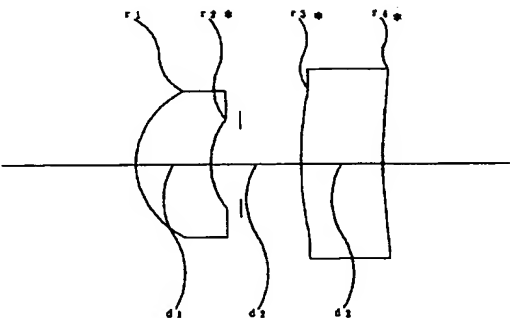
(54)【発明の名称】 結像レンズ系

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 正の前群レンズと、絞と、後群レンズとから構成されるレンズ系において、構成枚数が少なく、特にFナンバー4、半面角約24°程度でファクシミリ等の読取用に適した収差の良好なレンズ系を得る。

【構成】 下記条件式(1)～(5)を満足する結像レンズ系。

(1) $f_0 \cdot |1/f_{R-1} + 1/f_{R-2}| < 0.3$
(2) $1.5 < n_p < 1.7$ (3) $\Delta X_F / f_F < 0$
(4) $\Delta X_{R-1} / f_0 < 0$ (5) $\Delta X_{R-2} / f_0 < 0$ 但し、 f_0 : 全系の焦点距離、 f_{R-1} : プラスチックレンズの第1面の焦点距離、 f_{R-2} : 同じく第2面の焦点距離、 n_p : 前群レンズの正レンズの基準波長の屈折率、 ΔX_F : 前群レンズの絞側の面の有効半径における非球面量、 f_F : 前群レンズの非球面側の面の焦点距離、 ΔX_{R-1} : プラスチックレンズの有効半径における第1面の非球面量、 ΔX_{R-2} : 同じく第2面の非球面量。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の前群レンズと、絞と、後群レンズとから構成されるレンズ系において、前群レンズの少なくとも1面が非球面であり、後群レンズは、両面ともに非球面の1枚のプラスチックレンズからなり、

かつ、下記条件式(1)、(2)、(3)、(4)及び(5)を満足することを特徴とする結像レンズ系。

$$(1) f_0 \cdot |1/f_{R-1} + 1/f_{R-2}| < 0.3$$

$$(2) 1.5 < n_p < 1.7$$

$$(3) \Delta X_F / f_F < 0$$

$$(4) \Delta X_{R-1} / f_0 < 0$$

$$(5) \Delta X_{R-2} / f_0 < 0$$

但し、 f_0 ：全系の焦点距離、 f_{R-1} ($=r_{R-1} / (n-1)$)：プラスチックレンズの第1面の焦点距離、 f_{R-2} ($=r_{R-2} / (1-n)$)：プラスチックレンズの第2面の焦点距離、 n ：プラスチックレンズの基準波長の屈折率、 r_{R-1} ：プラスチックレンズの第1面の曲率半径、 r_{R-2} ：プラスチックレンズの第2面の曲率半径、 n_p ：前群レンズの正レンズの基準波長の屈折率、 ΔX_F ：前群レンズの有効半径における非球面量、 f_F ：前群レンズの非球面側の面の焦点距離、 ΔX_{R-1} ：プラスチックレンズの有効半径における第1面の非球面量、 ΔX_{R-2} ：プラスチックレンズの有効半径における第2面の非球面量。

【請求項2】 請求項1において、正の前群レンズは、1枚の非球面光学ガラスからなり、下記条件式(6)を満足する結像レンズ系。

$$(6) -3.0 < \Delta I_F < 0$$

但し、 ΔI_F ：前群レンズの非球面の球面収差係数の非球面項の収差係数。

【請求項3】 請求項1において、正の前群レンズは、1枚の球面光学ガラス上に樹脂を接合した複合型非球面単レンズからなり、前記条件式(6)を満足する結像レンズ系。

【請求項4】 請求項1において、プラスチックの後群レンズは、下記条件式(7)及び(8)を満足する結像レンズ系。

$$(7) -2.0 < \Delta I_{R-1} < 0$$

$$(8) 0.5 < \Delta III_{R-2} < 2.0$$

但し、 ΔI_{R-1} ：プラスチックレンズの第1面の球面収差係数の非球面項の収差係数、 ΔIII_{R-2} ：プラスチックレンズの第2面の非点収差係数の非球面項の収差係数。

【請求項5】 請求項2又は3において、正の前群レンズのd線のアッペ数は、下記条件式(9)を満足する結像レンズ系。

$$(9) 5.0 < \nu_p$$

但し、 ν_p ：前群レンズの正レンズのd線のアッペ数。

【請求項6】 請求項1において、前群レンズは正レンズと負レンズよりなり、さらに下記条件式(9)及び

(10)を満足する結像レンズ系。

$$(9) 5.0 < \nu_p$$

$$(10) 1.5 < \nu_p - \nu_N$$

但し、 ν_N ：前群レンズの負レンズのd線のアッペ数。

【請求項7】 請求項2または3において、前群レンズの絞側の面は、凹面の非球面からなり、下記の条件式(11)を満足する結像レンズ系。

$$(11) -3.0 < \Delta I_F < -5$$

【請求項8】 請求項2または3において、前群レンズの物体側の面は、凸面の非球面からなり、下記の条件式(12)を満足する結像レンズ系。

$$(12) -5 < \Delta I_F < 0$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、構成枚数が少なく、かつプラスチックレンズを使った低コストの結像レンズ系、特にファクシミリ等の読取用に適した収差補正良好なレンズ系に関する。

【0002】

【従来技術及びその問題点】ファクシミリ等の読取レンズ系は従来、3枚以上のガラスレンズで構成されることが一般的であるが、コストが高い。構成枚数が少なく、一部にプラスチックレンズを使っている例として、特開平1-219813号、特開平2-73210号があるが、前者は、Fナンバーが8と大きく、また、収差量も大きいので、読取レンズとしては、適当でない。また、後者は、プラスチックレンズの温度変化による焦点位置の変化を小さくする手法に関する発明であって、収差補正に関することは、何ら記載されていない。

【0003】

【発明の目的】本発明は、構成枚数が少なく、かつ一部にプラスチックレンズを使った低コストの結像レンズ系を目的とし、特にFナンバー4、半画角約24°程度でファクシミリ等の読取用に適した収差の良好なレンズ系を得ることを目的とする。

【0004】また本発明は、プラスチックレンズは温度や湿度に対する線膨張係数や屈折率の変化が光学ガラスレンズと比べて大きいという特性を踏まえ、パワー配置を工夫して、プラスチックレンズの焦点移動に対する影響を小さくすることを目的とする。

【0005】さらに本発明は、照明光の波長が、基準波長に対し±10nm程度であるLEDのようなほぼ単色光、あるいは基準波長に対し±100nm程度である白色光に適した結像レンズ系を得ることを目的とする。

【0006】

【発明の概要】本発明の結像レンズ系は、物体側より順に、正の前群レンズと、絞と、後群レンズとから構成されるレンズ系において、前群レンズの少なくとも1面を非球面とし、後群レンズを両面ともに非球面の1枚のプラスチックレンズから構成し、かつ、次の条件式(1)

～(5)を満足するようにしたことを特徴としている。

- (1) $f_0 \cdot |1/f_{R-1} + 1/f_{R-2}| < 0.3$
- (2) $1.5 < n_p < 1.7$
- (3) $\Delta X_F / f_F < 0$
- (4) $\Delta X_{R-1} / f_0 < 0$
- (5) $\Delta X_{R-2} / f_0 < 0$

但し、 f_0 ：全系の焦点距離、 $f_{R-1} = (r_{R-1} / (n - 1))$ ：プラスチックレンズの第1面の焦点距離、 $f_{R-2} = (r_{R-2} / (1 - n))$ ：プラスチックレンズの第2面の焦点距離、 n ：プラスチックレンズの基準波長の屈折率、 r_{R-1} ：プラスチックレンズの第1面の曲率半径、 r_{R-2} ：プラスチックレンズの第2面の曲率半径、 n_p ：前群レンズの正レンズの基準波長の屈折率、 f_F ：前群レンズの非球面側の面の焦点距離、(第1面が非球面の時は $f_F = r_F / (n_F - 1)$ 、第2面が非球面の時は $f_F = r_F / (1 - n_F)$ 、 r_F ：前群の非球面の近軸曲率半径、 n_F ：前群の非球面の基準波長の屈折率) ΔX_{F-S} ：前群レンズの絞側の面の有効半径における非球面量、 ΔX_{R-1} ：プラスチックレンズの有効半径における第1面の非球面量、 ΔX_{R-2} ：プラスチック

【0007】正の前群レンズは、1枚の非球面光学ガラス、又は、1枚の球面光学ガラスと樹脂の複合型非球面単ガラスから構成することが望ましく、さらに、いずれの場合も次の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$(6) -30 < \Delta I_F < 0$$

但し、 ΔI_F ：前群レンズの非球面の球面収差係数の非球面項の収差係数、である。

【0008】本発明の結像レンズ系において、後群レンズを構成するプラスチックの非球面が、さらに次の条件式(7)及び(8)を満足することが好ましい。

$$(7) -20 < \Delta I_{R-1} < 0$$

$$(8) 0.5 < \Delta III_{R-2} < 2.0$$

但し、 ΔI_{R-1} ：プラスチックレンズの第1面の球面収差係数の非球面項の収差係数、 ΔIII_{R-2} ：プラスチックレンズの第2面の非点収差係数の非球面項の収差係数、である。

【0009】本発明の結像レンズ系の前群レンズは、さらに、次の条件式(9)を満足することが好ましい。

$$(9) 50 < \nu_p$$

但し、 ν_p ：前群レンズの正レンズのd線のアッペ数、である。

【0010】本発明の結像レンズ系の正の前群レンズは、照明光が基準波長に対し $\pm 100\text{nm}$ 程度のばらつきを持つ白色光のような場合は、正レンズと負レンズからなる色消レンズ系から構成することができる。この色消レンズ系は、次の条件式(9)及び(10)を満足することが好ましい。

$$(10) 15 < \nu_p - \nu_N$$

但し、 ν_p ：前群レンズの正レンズのd線のアッペ数、

ν_N ：前群レンズの負レンズのd線のアッペ数、である。

【0011】なお、前群レンズは、前述のように、1枚の非球面光学ガラスまたは1枚の複合型非球面レンズから構成できるが、その非球面は、絞側、物体側のいずれに配置しても収差は良好に補正することができる。しかし、絞側の面の凹面を非球面とした場合の方が非球面形状の2次及び4次の誤差に対する球面収差の変化が少なく好ましい。この場合、絞側の凹面の非球面は、次の条件式(11)を満足することが好ましい。

$$(11) -30 < \Delta I_F < -5$$

【0012】一方、この非球面光学ガラスからなる前群レンズの物体側の凸面を非球面とする場合には、次の条件式(12)を満足することが好ましい。

$$(12) -5 < \Delta I_F < 0$$

【0013】

【発明の実施例】本発明は、前群レンズと後群レンズの間に絞を設けた結像レンズ系において、低コストを達成するために、パワーの大きい前群レンズは非球面の光学ガラスで構成し、パワーの小さい後群レンズは、プラスチックレンズで両面とも非球面として、少ない構成枚数で非点収差や歪曲収差を補正することを容易にしている。

【0014】条件式(1)は、後群プラスチックレンズのパワーに関するものである。プラスチックレンズは光学ガラスと比べて温度変化、湿度変化に対する線膨張係数や屈折率の変化が大きいので、一般的には、パワーを小さくしなければならない。条件式(1)の上限を越えると、プラスチックレンズの面パワーの和が大きくなり、温度、湿度の変化に対する焦点移動が大きくなり、焦点位置を調整した後固定する読取りレンズ系には適さない。

【0015】条件式(2)は、前群レンズの正レンズの屈折率に関するものである。本発明は、前群レンズに非球面を用いることによって、条件式(2)のように、低屈折率で、低価格のガラスを使用して収差補正ができたものである。下限を越えると屈折率が低いので、ベッツバル和が大きくなり、像面湾曲の補正が難しく、上限を越えると、ガラスが高価になり低コスト化を達成することができない。

【0016】条件式(3)は、前群レンズの非球面に関するもので、絞側の凹面の非球面量を正とし、物体側の凸面の非球面量を負にする、つまり、発散性の非球面にするのが球面収差の補正に有効である。球面収差だけでなく、後群レンズの第1面を非球面にするによっても補正が可能であるが、前群レンズと後群レンズの絞りに近い面を両方とも非球面にすれば、後群レンズの非球面は、球面収差補正(前群レンズの非球面の負担を小さくする)だけでなく、他の収差のためにも作用させることができる。

【0017】条件式(4)は、後群プラスチックレンズの第1面(絞側の面)の非球面に関するもので、非球面量を負にすることによって、正の前群レンズで発生した球面収差、コマ収差および非点収差を補正することができる。

【0018】条件式(5)は、同第2面側の非球面に関するもので、非球面量を負にすることによって、正の前群レンズおよびプラスチックレンズの第1面で発生した非点収差、歪曲収差を補正することができる。

【0019】条件式(6)は、条件式(3)を補足するためのもので、前群レンズが単レンズあるいは、複合型非球面単レンズからなるときの非球面を規定する。この条件式の上限を越えると球面収差が補正できず、下限を越えると球面収差が補正過剰となり、高次の収差も発生しやすい。

【0020】条件式(7)及び(8)は、条件式(4)及び(5)を補足するためのもので、後群レンズの非球面量を規定するものである。条件式(7)の上限を越えると球面収差の補正が不足するか、前群レンズの非球面の負担が増大し、球面収差の高次収差が発生する。下限を越えると、球面収差だけでなく、コマ収差及び非点収差の補正が過剰となる。条件式(8)の下限を越えると、非点収差及び歪曲収差の補正が不足し、上限を越えると、中間面角から最大面角の非点収差の変化が大きくなる。

【0021】条件式(9)は、前群レンズに関するものである。照明光源が厳密に単色のときは、正負2枚のレンズで色消しにする必要はないが、単色といってもLEDのような照明光源は±10nm程度の波長変動は存在するので、条件式(9)のように、下限以上のアッペ数の大きい(分散の小さい)光学ガラスが望ましい。

【0022】一方、照明光源が基準波長±100nm程度の白色光のときには、色収差の補正のため、前群レンズの正レンズと負レンズが条件式(10)を満足することが好ましい。条件式(10)の下限を越えると、色収差の補正ができない。尚、前群の非球面において、絞側の面を非球面とするとときは、前記した理由により、軸上マージナル光線の高さにおける非球面量は、物体側の面を非球面としたときよりも大きくなり、条件式(11)の範囲がよい。物体側の面を非球面としたときは、条件式(12)の範囲がよい。

【0023】なお、次に、非球面係数と収差係数との関係を示す。

1. 非球面形状を次式で定義する。

$$x = cy^2 / \{1 + [1 - (1 + K)c^2 y^2]^{1/2}\} + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + \dots$$

2. この式において、収差係数を求めるため、 $K=0$ に変換する($K=0$ のときは、 $B_i = A_i$)ため、 $B_4 = A_4 + KC*$

面 NO	R	d
1	4.963	4.07

$$* 3/8, B_6 = A_6 + (K^2 + 2K)C^5/16, B_8 = A_8 + 5(K^3 + 3K^2 + 3K)C^7/128$$

$$B_{10} = A_{10} + 7(K^4 + 4K^3 + 6K^2 + 4K)C^9/256$$

とすると、

$$x = cy^2 / \{1 + [1 - c^2 y^2]^{1/2}\} + B_4 y^4 + B_6 y^6 + B_8 y^8 + B_{10} y^{10} + \dots$$

となる。

3. さらに、 $f=1.0$ に変換するため、

$$X = x/f, Y = y/f, C = fC, \alpha_4 = f^3 B_4, \alpha_6 = f^5 B_6, \alpha_8 = f^7 B_8, \alpha_{10} = f^9 B_{10}$$

とすると、
 $X = CY^2 / \{1 + [c^2 y^2]^{1/2}\} + \alpha_4 Y^4 + \alpha_6 Y^6 + \alpha_8 Y^8 + \alpha_{10} Y^{10} + \dots$ となる。

4. $\Phi = 8(N' - N)\alpha_4$ で定義し、3次の収差係数を、I: 球面収差係数、II: コマ収差係数、III: 非点収差係数、VI: 球欠像面湾曲係数、V: 歪曲収差係数、とすると、各収差係数の4次の非球面係数(α_4)の影響は、

$$\Delta I = h^4 \Phi$$

$$\Delta II = h^3 k \Phi$$

$$\Delta III = h^2 k^2 \Phi$$

$$\Delta IV = h^2 k^2 \Phi$$

$$\Delta V = h k^3 \Phi$$

(但し、 h : 近軸軸上光線の通る高さ、 k : 瞳の中心を通る近軸軸外光線の高さ)で与えられる。

【0024】次に具体的な数値実施例について説明する。

【実施例1】図1は、本発明の結像レンズ系の実施例1のレンズ構成図で、物体側より順に、正のメニスカス単レンズ、絞、負のメニスカス形状のプラスチック単レンズからなっている。前群の絞側が非球面となっている。

【0025】このレンズ系の具体的な数値データを表1に示し、諸収差をそれぞれ図2に示す。諸収差図中、SAは球面収差、SCは正弦条件、567、557、577、d線、g線、C線、F線、e線は、それぞれの波長(nm)における、球面収差によって示される色収差と倍率色収差、Sはサジタル、Mはメリディオナルを示している。

【0026】表及び図面中、 F_N はFナンバー、 f は焦点距離、 M は横倍率、 Y は像高、 f_B はバックフォーカスを表す。 R は曲率半径、 D はレンズ間隔、 $N(0.567nm)$ は基準波長567nm(照明光源LED)の屈折率、 N_d はd線の屈折率、 v_d はd線のアッペ数を示す。

【0027】

【表1】 $F_N=4$

$$f=25.07$$

$$M=-0.112$$

$$Y=12.0$$

$$f_B=8.02$$

$N(0.567nm)$	N_d	v_d
1.51723	1.51633	64.1

7					8
2*	5.282	1.61	-	-	-
絞	∞	3.34	-	-	-
3*	18.556	4.50	1.49271	1.49176	57.4
4**	23.621	-			

*は非球面

NO.2: $K=0.0$, $A4=0.13523 \times 10^{-2}$, $A6=0.71039 \times 10^{-4}$, $A8=0.12325 \times 10^{-4}$,
 $A10=0.0$, $A12=0.0$

NO.3: $K=0.0$, $A4=-0.84677 \times 10^{-3}$, $A6=0.58534 \times 10^{-4}$, $A8=-0.20055 \times 10^{-5}$,
 $A10=0.30922 \times 10^{-7}$, $A12=0.0$

NO.4: $K=0.0$, $A4=-0.62267 \times 10^{-3}$, $A6=0.14538 \times 10^{-4}$, $A8=-0.21979 \times 10^{-6}$,
 $A10=0.20607 \times 10^{-8}$, $A12=0.0$

非球面量 $\Delta X_F = 0.1217$ (有効半径 $h=2.65$ のとき)非球面量 $\Delta X_{R-1} = -0.0913$ (有効半径 $h=4.43$ のとき)非球面量 $\Delta X_{R-2} = -0.3216$ (有効半径 $h=5.65$ のとき)

【0028】【実施例2】図3は、本発明の結像レンズ系の実施例2のレンズ構成図で、物体側より順に、正のメニスカス単レンズ、絞、負のメニスカス形状のプラスチック単レンズからなっている。前群の絞側が非球面である。このレンズ系の具体的数値データを表2に示し、*

* 諸収差を図4に示す。

【0029】

【表2】 $F_{NO}=4$ $f=25.07$ $M=-0.112$ $Y=12.0$ $f_B=9.03$

NO	R	d	N(0.567nm)	N_d	ν_d
1	5.511	4.70	1.59021	1.58913	61.2
2*	5.823	1.54	-	-	-
絞	∞	2.22	-	-	-
3*	-247.913	3.81	1.49271	1.49176	57.4
4*	-70.093	-			

*は非球面

NO.2: $K=0.17617 \times 10$, $A4=-0.46793 \times 10^{-3}$, $A6=0.13905 \times 10^{-3}$, $A8=-0.14918 \times 10^{-4}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

NO.3: $K=0.0$, $A4=-0.16382 \times 10^{-2}$, $A6=0.10412 \times 10^{-3}$, $A8=-0.59664 \times 10^{-5}$, $A10=0.10144 \times 10^{-6}$, $A12=0.0$

NO.4: $K=0.0$, $A4=-0.82933 \times 10^{-3}$, $A6=0.10654 \times 10^{-4}$, $A8=-0.24688 \times 10^{-6}$, $A10=-0.84195 \times 10^{-9}$, $A12=0.0$

非球面量 $\Delta X_F = 0.0779$ (有効半径 $h=2.64$ のとき)非球面量 $\Delta X_{R-1} = -0.1322$ (有効半径 $h=3.33$ のとき)非球面量 $\Delta X_{R-2} = -0.4195$ (有効半径 $h=4.90$ のとき)

NO	R	d	N(0.567nm)	N_d	ν_d
1	5.611	4.26	1.59021	1.58913	61.2
2	6.316	0.10	1.52425	1.52310	50.8
3*	6.316	1.74	-	-	-
絞	∞	2.74	-	-	-
4*	-682.456	3.17	1.58761	1.58547	29.9
5*	-155.411	-	-	-	-

*は非球面

NO.3: $K=0.22519 \times 10$, $A4=-0.70524 \times 10^{-3}$, $A6=0.13585 \times 10^{-3}$, $A8=-0.16325 \times 10^{-4}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

NO.4: $K=0.0$, $A4=-0.17170 \times 10^{-2}$, $A6=0.67683 \times 10^{-4}$, $A8=-0.27572 \times 10^{-5}$, $A10=-0.33622 \times 10^{-7}$, $A12=0.0$

※【0030】【実施例3】図5は、本発明の結像レンズ系の実施例3のレンズ構成図で、物体側より順に、樹脂材料を貼り合わせた正のメニスカス複合型単レンズ、絞、負のメニスカス形状のプラスチック単レンズからなっている。前群の絞側が非球面である。このレンズ系の具体的数値データを表3に示し、諸収差を図6に示す。

【0031】

【表3】 $F_{NO}=4$ $f=25.07$ $M=-0.112$ $Y=12.0$ $f_B=9.41$

NO	R	d	N(0.567nm)	N_d	ν_d
1	5.611	4.26	1.59021	1.58913	61.2
2	6.316	0.10	1.52425	1.52310	50.8
3*	6.316	1.74	-	-	-
絞	∞	2.74	-	-	-
4*	-682.456	3.17	1.58761	1.58547	29.9
5*	-155.411	-	-	-	-

NO.5: $K=0.0$, $A4=-0.95818 \times 10^{-3}$, $A6=0.11319 \times 10^{-4}$, $A8=-0.14413 \times 10^{-6}$, $A10=-0.60723 \times 10^{-8}$, $A12=0.0$

非球面量 $\Delta X_F = 0.0829$ (有効半径 $h=2.81$ のとき)非球面量 $\Delta X_{R-1} = -0.2227$ (有効半径 $h=3.57$ のとき)50 非球面量 $\Delta X_{R-2} = -0.4957$ (有効半径 $h=4.51$ のとき)

【0032】【実施例4】図7は、本発明の結像レンズ系の実施例4のレンズ構成図で、物体側より順に、正のメニスカス単レンズ、絞、負のメニスカス形状のプラスチック単レンズからなっている。前群の物体側が非球面である。このレンズ系の具体的数値データを表4に示し、諸収差を図8に示す。

NO	R	d	N(0.567nm)	N _d	ν_d
1*	6.716	5.78	1.59021	1.58913	61.2
2	9.026	1.00	-	-	-
絞	∞	2.58	-	-	-
3*	-14.801	3.82	1.49271	1.49176	57.4
4*	-16.146	-	-	-	-

*は非球面

NO.1 :K=0.0、A4=-0.26041 $\times 10^{-4}$ 、A6=-0.10608 $\times 10^{-5}$ 、A8=-0.69832 $\times 10^{-7}$ 、A10=0.0、A12=0.0

NO.4 :K=0.0、A4=-0.25437 $\times 10^{-2}$ 、A6=0.59918 $\times 10^{-4}$ 、A8=-0.85360 $\times 10^{-5}$ 、A10=-0.53534 $\times 10^{-6}$ 、A12=0.0

NO.5 :K=0.0、A4=-0.82273 $\times 10^{-3}$ 、A6=-0.12431 $\times 10^{-4}$ 、A8=0.56532 $\times 10^{-6}$ 、A10=-0.30394 $\times 10^{-7}$ 、A12=0.0

非球面量 ΔX_F =-0.0581 (有効半径h=4.97のとき)

非球面量 ΔX_{R-1} =-0.3265 (有効半径h=3.15のとき)

非球面量 ΔX_{R-2} =-0.8082 (有効半径h=5.03のとき)

【0034】【実施例5】図9は、本発明の結像レンズ※

NO	R	d	N(0.567nm)	N _d	ν_d
1	6.727	3.62	-	1.65160	58.5
2	-38.671	2.12	-	1.68893	31.1
3*	8.439	0.87	-	-	-
絞	∞	2.20	-	-	-
4*	-14.196	4.50	-	1.49176	57.4
5*	-13.536	-	-	-	-

*は非球面

NO.3: K=0.27111 $\times 10$ 、A4=-0.60131 $\times 10^{-3}$ 、A6=0.71143 $\times 10^{-4}$ 、A8=-0.91216 $\times 10^{-5}$ 、A10=0.0、A12=0.0

NO.4: K=0.0、A4=-0.21766 $\times 10^{-2}$ 、A6=0.12394 $\times 10^{-3}$ 、A8=-0.28308 $\times 10^{-4}$ 、A10=0.79603 $\times 10^{-6}$ 、A12=0.0

NO.5: K=0.0、A4=-0.61898 $\times 10^{-3}$ 、A6=-0.59470 $\times 10^{-5}$ 、A8=0.61977 $\times 10^{-7}$ 、A10=-0.13935 $\times 10^{-7}$ 、A12=0.0

非球面量 ΔX_F =0.0072 (有効半径h=2.44のとき)

非球面量 ΔX_{R-1} =-0.2332 (有効半径h=3.02のとき)

非球面量 ΔX_{R-2} =-0.6764 (有効半径h=5.12のとき)

面 NO	R	d
1	6.563	3.93
2	-25.879	2.25
3*	9.317	0.90
絞	∞	2.15
4*	-26.030	4.50
5*	-23.303	-

*【0033】

【表4】F_{NO}=4

f=25.06

M=-0.112

Y=12.0

* f_B=9.31

※系の実施例5のレンズ構成図で、物体側より順に、正レンズと負レンズの貼り合わせレンズ、絞、負のメニスカス形状のプラスチック単レンズからなっている。前群の絞側が非球面である。このレンズ系の具体的数値データを表5に示し、諸収差を図10に示す。

【0035】

【表5】F_{NO}=4

20 f=24.98

M=-0.112

Y=12.0

f_B=9.55

★【0036】【実施例6】図11は、本発明の結像レンズ系の実施例6のレンズ構成図で、物体側より順に、正レンズと負レンズの貼り合わせレンズ、絞、負のメニスカス形状のプラスチック単レンズからなっている。前群の絞側が非球面である。このレンズ系の具体的数値データを表6に示し、諸収差を図12に示す。

【0037】

【表6】F_{NO}=4

40 f=24.98

M=-0.112

Y=12.0

★ f_B=8.75

N(0.567nm)	N _d	ν_d
-	1.60311	60.7
-	1.68893	31.1
-	-	-
-	-	-
-	1.49176	57.4
-	-	-

*は非球面

NO.3: $K=0.26942 \times 10^{-3}$ 、 $A4=-0.46457 \times 10^{-3}$ 、 $A6=0.12285 \times 10^{-3}$ 、 $A8=-0.12893 \times 10^{-4}$ 、 $A10=0.0$ 、 $A12=0.0$

NO.4: $K=0.0$ 、 $A4=-0.20256 \times 10^{-2}$ 、 $A6=0.88731 \times 10^{-4}$ 、 $A8=-0.14103 \times 10^{-4}$ 、 $A10=0.33033 \times 10^{-6}$ 、 $A12=0.0$

NO.5: $K=0.0$ 、 $A4=-0.64211 \times 10^{-3}$ 、 $A6=-0.42292 \times 10^{-5}$ 、 $A8=0.35026 \times 10^{-7}$ 、 $A10=-0.65725 \times 10^{-8}$ 、 $A12=0.*$

実施例

	1	2	3	4	5	6
条件式(1)	0.143	0.126	0.073	-0.069	0.042	0.055
条件式(2)	1.517	1.590	1.590	1.590	1.652	1.603
条件式(3)($\times 10^{-2}$)	-1.192	-0.790	-0.688	-0.511	-0.059	-0.081
条件式(4)($\times 10^{-3}$)	-3.641	-5.273	-8.883	-13.03	-9.335	-7.990
条件式(5)($\times 10^{-2}$)	-1.283	-1.673	-1.977	-3.225	-2.708	-2.472
条件式(6)(11)(12)	-22.5	-9.96	-6.60	-1.72	-	-
条件式(7)	-5.64	-9.65	-12.1	-13.5	-12.5	-0.9
条件式(8)	1.00	1.09	1.47	1.39	1.15	1.02
条件式(9)	64.1	61.2	61.2	61.2	58.5	60.7
条件式(10)	-	-	-	-	27.4	29.6

【0039】表7から明かなように、実施例1ないし実施例4の数値は、条件式(1)ないし(5)、(7)、(8)及び(9)を満足している。さらに、実施例1～6は条件式(6)も満足し、実施例5、6は条件式(10)も満足している。本発明の結像レンズ系は、構成枚数が少なく、かつ、一部にプラスチックレンズを使った構成で、各収差図中の諸収差も比較的良好に補正されている。

【0040】

【発明の効果】本発明の結像レンズ系によれば、構成枚数が少なく、かつ、一部にプラスチックレンズを使ったため低コストなり、特にFナンバー4、半画角約 24° 程度で、ファクシミリ読取用に適した収差の良好なレンズ系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による結像レンズ系の第1の実施例を示すレンズ構成図である。

*0

非球面量 $\Delta X_F = 0.0109$ (有効半径 $h=2.44$ のとき)

非球面量 $\Delta X_{R-1} = -0.1996$ (有効半径 $h=3.09$ のとき)

非球面量 $\Delta X_{R-2} = -0.6175$ (有効半径 $h=5.18$ のとき)

【0038】次に、実施例1ないし6の各条件式に対する値を表7に示す。但し、条件式(1)の値は、絶対値とする前の値である。

【表7】

【図2】図1のレンズ系の諸収差図である。

【図3】本発明による結像レンズ系の第2の実施例を示すレンズ構成図である。

【図4】図3のレンズ系の諸収差図である。

【図5】本発明による結像レンズ系の第3の実施例を示すレンズ構成図である。

【図6】図5のレンズ系の諸収差図である。

【図7】本発明による結像レンズ系の第4の実施例を示すレンズ構成図である。

【図8】図7のレンズ系の諸収差図である。

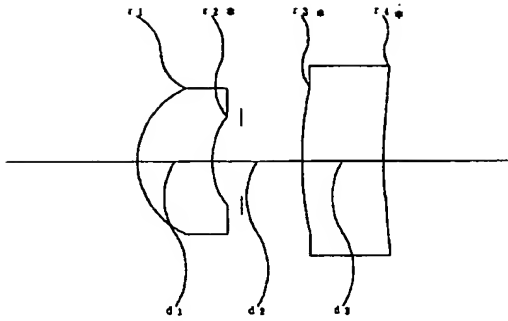
【図9】本発明による結像レンズ系の第5の実施例を示すレンズ構成図である。

【図10】図9のレンズ系の諸収差図である。

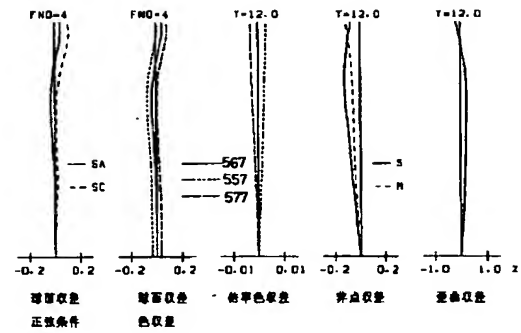
【図11】本発明による結像レンズ系の第6の実施例を示すレンズ構成図である。

【図12】図11のレンズ系の諸収差図である。

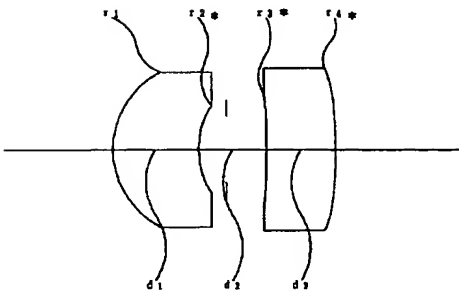
【図1】



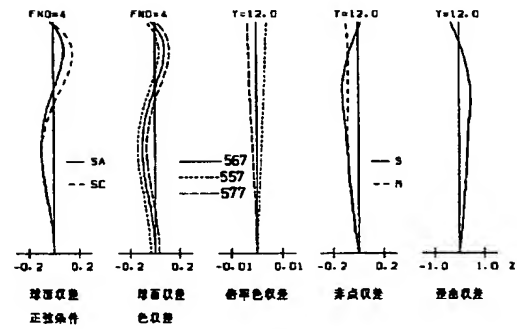
【図2】



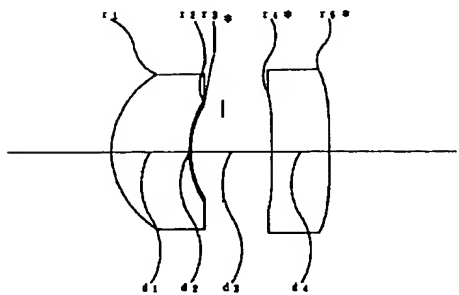
【図3】



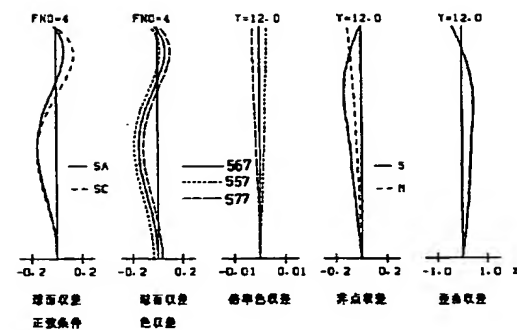
【図4】



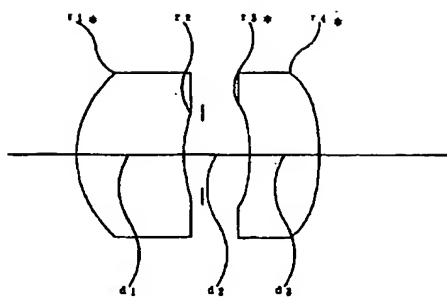
【図5】



【図6】



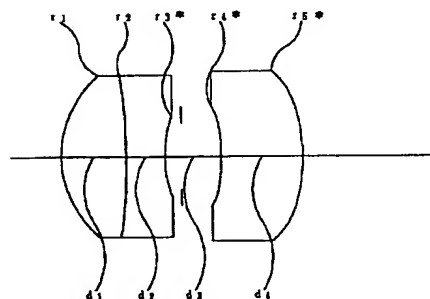
【図7】



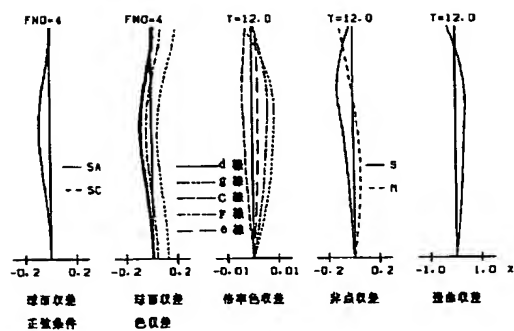
【図8】



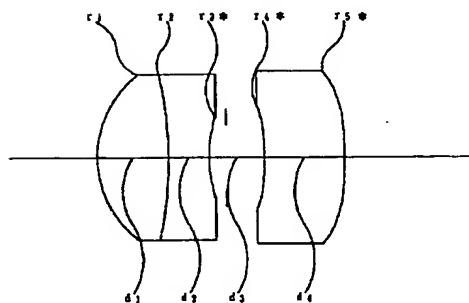
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

